

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO *LATO SENSU*
ESPECIALIZAÇÃO EM PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

CLÁUDIA SANTIN ZANCHETT

**AVALIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA BRUTA DAS
FONTES DE ABASTECIMENTO DAS SACs EM MUNICÍPIO DA REGIÃO NORTE
DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

ERECHIM

2025

CLÁUDIA SANTIN ZANCHETT

**AVALIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA BRUTA DAS
FONTES DE ABASTECIMENTO DAS SACs EM MUNICÍPIO DA REGIÃO NORTE
DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim como requisito para obtenção do título de Especialista em Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof. Dra. Magali Kemmerich

Erechim

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Zanchett, Cláudia Santin
AVALIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA
BRUTA DAS FONTES DE ABASTECIMENTO DAS SACs EM MUNICÍPIO
DA REGIÃO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL / Cláudia
Santin Zanchett. -- 2025.
19 f.

Orientador: Doutora Magali Kemmerich
Co-orientadora: Doutora Deise Paludo
Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Especialização
em Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos,
Erechim,RS, 2025.

1. Recursos Hídricos. 2. Qualidade da água. 3.
Soluções Alternativas Coletivas. I. Kemmerich, Magali,
orient. II. Paludo, Deise, co-orient. III. Universidade
Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

CLÁUDIA SANTIN ZANCHETT

AVALIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA BRUTA DAS FONTES DE ABASTECIMENTO DAS SACs EM MUNICÍPIO DA REGIÃO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim como requisito para obtenção do título de Especialista em Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 1º/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Deise Paludo – UFFS

Co-orientadora

Prof. Dr. Lierson Borges de Castro – UNIPAMPA

Avaliador

Prof. Dr. João Paulo Peres Bezerra – UFFS

Avaliador

AValiação de Contaminação Microbiológica da Água Bruta das Fontes de Abastecimento das SACs em Município da Região Norte do Rio Grande do Sul, Brasil

Cláudia Santin Zanchett*
Deise Paludo**
Magali Kemmerich***

RESUMO

Conhecer as características microbiológicas da água é essencial para estabelecer estratégias de desinfecção mais eficazes, evitando a presença de microrganismos patogênicos que possam representar riscos à saúde (OMS, 2022). Além disso, permite uma gestão preventiva de riscos, possibilitando ações antecipadas e controladas que minimizam a ocorrência de contaminações e reduzem custos operacionais. Considerando os dados disponíveis no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), onde não existem registros de monitoramento da qualidade de água no ponto de captação das Soluções Alternativas Coletivas (SACs), este trabalho teve por objetivo avaliar a contaminação microbiológica da água subterrânea bruta, nos pontos de captação que abastecem a totalidade das 29 SACs, localizadas na área rural, do Município de Severiano de Almeida, localizado no norte do RS. Foram realizadas coletas de água bruta e análises microbiológicas pelo método de Substrato Cromogênico-Fluorogênico Definido, para detecção de Coliformes totais e *Escherichia coli*. As coordenadas geográficas foram determinadas in loco, junto a avaliações das estruturas de proteção dos pontos de captação e da área do entorno. Os resultados indicaram que 86% dos pontos analisados apresentaram contaminação por coliformes totais e 27% também apresentaram presença de *Escherichia coli*. As 29 SACs avaliadas abastecem 65% da população do Município, sendo que a água distribuída passa por processo de desinfecção de acordo com a legislação vigente.

Palavras-chave: qualidade da água bruta; Soluções Alternativas Coletivas; coliformes totais; *Escherichia coli*.

* Discente do Curso de Pós-graduação *lato sensu* em Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim. Bióloga - Secretaria Estadual da Saúde, 11ª Coordenadoria Regional da Saúde. Especialista em Licenciamento Ambiental. E-mail: claudia-zanchett@saude.rs.gov.br

** Professora do Magistério Superior e Pesquisadora - Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim. Doutora em Ciência do solo. E-mail: deise.paludo@uffs.edu.br

*** Professora do Magistério Superior e Pesquisadora - Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim. Doutora em Química. E-mail: magali.kemmerich@uffs.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A qualidade da água é regulamentada por diferentes leis e resoluções no Brasil. A Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997), que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, destaca que a água é um bem público e o governo é responsável por garantir que todos tenham acesso à água de qualidade, sendo a bacia hidrográfica a unidade territorial para implementação desta política.

Já a Resolução CONAMA nº 396 (BRASIL, 2008), que estabelece diretrizes e critérios ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas, em seu anexo I apresenta uma lista parâmetros com maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas e seus respectivos Valores Máximos Permitidos (VMPs), de acordo com seus usos preponderantes, cabendo o monitoramento destes parâmetros pelos órgãos competentes de acordo com o enquadramento das águas subterrâneas.

As águas subterrâneas nem sempre recebem a devida proteção, e a legislação sobre sua exploração nem sempre é respeitada. As águas subterrâneas rasas, por exemplo, podem ser afetadas por diversas fontes de contaminação, como atividades agrícolas, aterros, lixões, subterrâneos e depósitos sanitários, o que pode ter sua qualidade, quantidade e disponibilidade (FREDDO FILHO, 2018).

O Ministério da Saúde é responsável por elaborar normas e o padrão de potabilidade da água para consumo humano a serem observados em todo o território nacional. A Portaria GM/MS nº 888 (BRASIL, 2021), que define os padrões de potabilidade da água para consumo humano, tem como objetivo a proteção da saúde pública, através da abordagem preventiva de risco, no controle dos riscos à saúde, considerando fatores como o ambiente, o processo de captação e tratamento da água, além das características específicas de cada região. Conforme esta portaria, a realização de coletas de amostras e análises microbiológicas de monitoramento de *Escherichia coli* no ponto de captação, está prevista como ação de controle, sob responsabilidade do titular dos serviços de saneamento.

O Sistema Único de Saúde (SUS), através das ações locais de Vigilância em Saúde, monitora parâmetros básicos de qualidade da água para consumo humano (turbidez, fluoreto, Coliformes totais, *Escherichia coli* e residual desinfetante) através do plano de amostragem, que analisa a água distribuída. Este plano de vigilância é estabelecido pelo Vigiagua – Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, de acordo com as diretrizes técnicas, conforme previsão legal na Lei nº 8.080 (BRASIL, 1990), que trata do SUS e inclui disposições sobre vigilância em saúde.

Para a OMS (2022), a água contaminada por microrganismos possui alto potencial de causar danos, podendo afetar uma parte significativa da população simultaneamente. De acordo com Hirata et. al. (2019a), observamos uma crescente contaminação das águas subterrâneas em todo o país. Segundo Laureano et. al. (2021), os Coliformes Totais são considerados os principais indicadores de contaminação microbiológica da água. Eles formam um grupo diversificado de bactérias que podem ser isoladas em amostras de água e solo, além de estarem presentes nas fezes de humanos e de animais de sangue quente. A bactéria mais significativa entre os coliformes termotolerantes é a *Escherichia coli* (*E. coli*), que também é encontrada em fezes humanas e de animais de sangue quente. Embora a presença dessa bactéria indique contaminação fecal, não é possível afirmar, com certeza, que a origem da contaminação seja exclusivamente humana.

A análise da presença ou ausência de *E. coli*, como parâmetro microbiológico proposto neste trabalho, contribuirá para a gestão preventiva de riscos, conforme previsto na legislação mencionada, apoiando as ações de vigilância e fiscalização do Programa Vigiagua (Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano), que integra as atividades de Vigilância em Saúde do SUS, no município de Severiano de Almeida, Rio Grande do Sul (RS). Uma vez que não há dados disponíveis de monitoramento da qualidade da água nos pontos de captação das

Soluções Alternativas Coletivas (SACs), conforme registros de controle no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) do Ministério da Saúde.

De acordo com os registros disponíveis em março de 2025 no Sisagua (SISAGUA, 2025), o município de Severiano de Almeida contava com 2.270 habitantes abastecidos por SACs, localizadas na área rural, com captação em poços tubulares profundos ou nascentes. Esse número representa 65,47% da população total do município, que é de 3.467 habitantes (BRASIL, 2024).

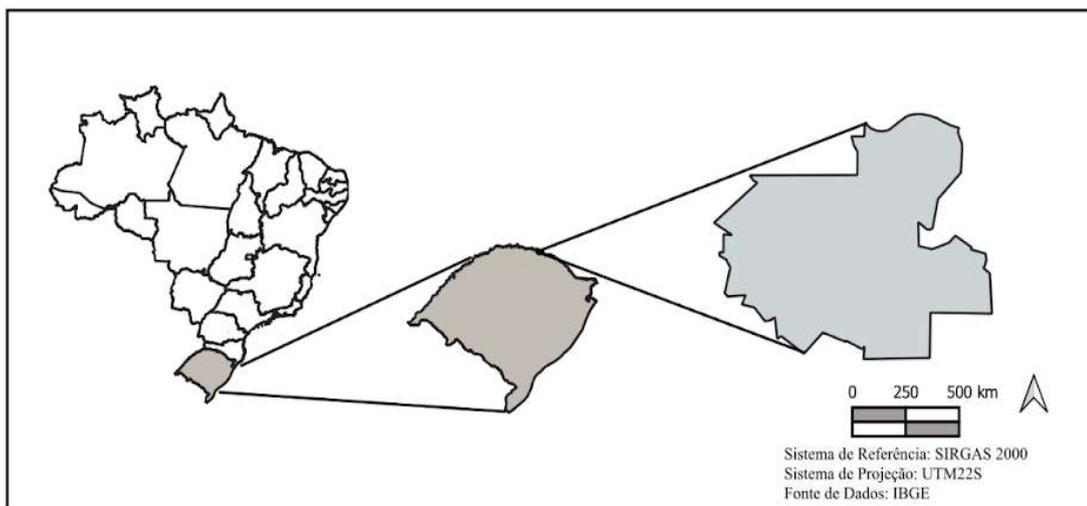
Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo identificar a possível presença de contaminação microbiológica da água bruta, captada dos lençóis freáticos através de poços tubulares profundos ou fontes protegidas, que abastecem a população rural, através de 29 SACs em Severiano de Almeida-RS, além de buscar relações entre uma possível contaminação e fragilidades estruturais e protetivas dos pontos de captação.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A região de interesse deste estudo está apresentada na Figura 1. A área da pesquisa foi determinada pelo limite geográfico do Município de Severiano de Almeida-RS, integrante da Bacia Hidrográfica dos Rios Apuaê Inhandava, localizada na Região Hidrográfica da Bacia do Rio Uruguai, parte da UPG (Unidade de Planejamento e Gestão) Dourado, de acordo com o Plano de Bacia do referido comitê, fases A-B e C (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

Figura 1 – Localização da área de estudo, destacando o Município de Severiano de Almeida, Rio Grande do Sul, Brasil.



Fonte: A autora (2025).

A área de estudo, conforme o Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul, elaborado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, está localizada na unidade hidroestratigráfica do Sistema Aquífero Serra Geral. Esse sistema está associado à Formação Serra Geral, um conjunto de rochas vulcânicas da época Cretácea, que se estende por uma vasta região do sul do Brasil, abrangendo também os estados de Santa Catarina e Paraná. Esse aquífero é uma importante fonte de água subterrânea, especialmente para áreas rurais, e sua água pode ser utilizada para abastecimento humano e atividades agrícolas (BRASIL, 2020).

O Plano Municipal de Saneamento Básico, importante documento para a gestão municipal, apresenta algumas especificações importantes sobre o município de Severiano de Almeida, relatando que está localizado sobre a Província Paraná, na Formação Geológica Serra Geral e Unidade Paranapanema. Destaca ainda que as estruturas rochosas encontradas no município são intensamente fraturadas com aspecto isotrópico, sujeitas a uma alta interferência de intemperismo físico e químico (SEVERIANO DE ALMEIDA, 2022).

Os pontos de captação subterrânea que abastecem todas as SACs do município foram georreferenciados através de trabalho conjunto com os servidores públicos da Secretaria Municipal da Saúde, responsáveis pela vigilância em saúde. Para a obtenção das coordenadas geográficas foi utilizado um receptor GNSS. Utilizando o DATUM WGS 84 (*World Geodetic System*, 1984 - mundial) e sistema de coordenadas UTM, na configuração graus decimais. Para o trabalho a campo, utilizou-se o aplicativo “Minhas Coordenadas GPS”, desenvolvido pela MYSTIC MOBILE APPS LLC, que possibilita a marcação de coordenadas mesmo em locais sem acesso à *internet*.

Os mapas apresentados no trabalho foram gerados no software livre de código aberto, *QGIS Geographic Information System* Versão 3.36.1.

2.2 COLETAS DAS AMOSTRAS E REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES LABORATORIAIS

Após identificados e mapeados os poços e nascentes, foram realizadas as coletas das amostras de água bruta, proveniente do lençol freático, seguindo as orientações técnicas para coleta, acondicionamento e transporte de amostras de água para consumo humano preconizadas pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2016). Todas as amostras foram coletadas na primeira semana de junho de 2024.

A água do poço foi bombeada por tempo suficiente para eliminar a água estagnada na tubulação e as coletas foram realizadas na saída dos poços ou nascentes protegidas. Nos locais onde havia torneiras, estas foram desinfetadas com a aplicação de uma solução de hipoclorito de sódio 100 mg/L; onde não havia torneiras, a bomba foi desligada, aberto o cano de saída, utilizando uma chave específica para esse fim. Esse acesso permite que a bomba seja ligada, direcionando a água bruta para o exterior, para a realização da coleta da amostra.

As coletas foram realizadas pelos servidores públicos da Secretaria Municipal da Saúde, responsáveis pela vigilância em saúde, sob a coordenação técnica e de logística do Programa Vigiaqua da 11ª CRS - Coordenadoria Regional de Saúde, com sede em Erechim-RS.

No momento da coleta foram verificadas as características estruturais e de proteção dos poços tais como: revestimento, tampa de proteção, existência de laje sanitária, isolamento da área, identificação do local, proximidade com áreas de lavouras temporárias e possibilidade de inundação.

As amostras foram coletadas em *bags* estéreis, foram devidamente identificadas e transportadas imediatamente em caixas térmicas com gelo reciclável, até o Laboratório do IFRS - Instituto Federal Rio Grande do Sul – Campus Erechim, seguindo rigorosamente as instruções para coleta e transporte de amostras de água para consumo humano do Ministério da Saúde (BRASIL, 2016).

Para análise de coliformes totais e *E. coli* utilizou-se o método de Substrato Cromogênico-Fluorogênico Definido (APHA, 2012), utilizando o meio de cultura *Aquatest Coli*, registrado na ANVISA sob o nº MS: 10097010-149. O método é baseado na atividade enzimática específica da *E. coli* (β glucoronidase). O meio de cultura contém nutrientes indicadores (substrato cromogênico) que, hidrolisados pelas enzimas específicas da *E. coli*, provocam uma mudança de cor no meio. Após o período de incubação de 24 horas, a presença de coliformes totais é indicada pela mudança de coloração para amarelo, na sequência a

fluorescência azul é observada sob luz ultravioleta (UV) 365 nm, indicando a presença de *Escherichia coli*. Caso a fluorescência azul não seja observada na amostra que apresentou a mudança de cor para amarelo, a mesma será considerada positiva apenas para a presença de coliformes totais.

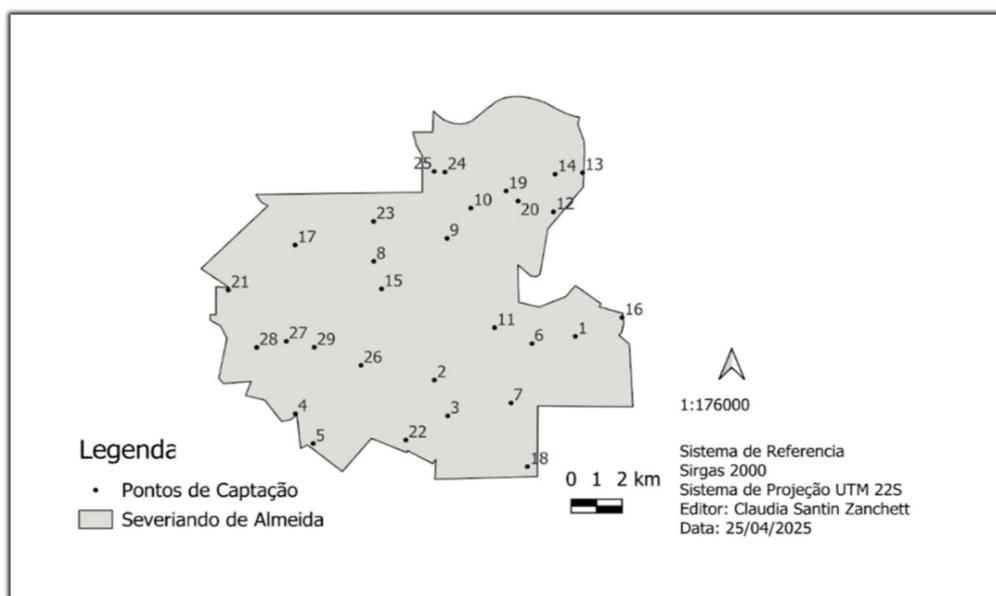
Os resultados obtidos foram avaliados, tabelados e mapeados para gerar indicadores ambientais que possibilitem a gestão de risco, sob a visão integrada entre as questões ambientais, de saúde, de saneamento e legislações pertinentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AVALIAÇÃO CONSTRUTIVA E DE PROTEÇÃO DOS POÇOS NA AMOSTRAGEM

A amostragem foi realizada de acordo com a metodologia previamente descrita sendo os pontos de coleta numerados em ordem alfabética com base no nome de cadastro no Sisagua. Esses pontos estão representados na Figura 2, a seguir.

Figura 2 – Localização geográfica dos pontos de coleta das amostras, no Município de Severiano de Almeida – RS.



Fonte: A autora (2025).

Durante a realização da amostragem, observou-se a fragilidade estrutural e a falta de segurança sanitária na área do entorno dos pontos de captação de água, conforme preconizado pelo arcabouço legal da legislação ambiental do Estado do Rio Grande do Sul, referente a captação de água subterrânea e outorga de uso (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

Destaca-se também a dificuldade da realização das coletas de água bruta nos pontos de captação, pela inexistência de torneiras ou outras formas de acesso. O Ministério da Saúde estabelece que compete ao responsável pela forma coletiva de abastecimento de água, assegurar locais de amostragem nos pontos de captação (BRASIL, 2021).

Ressaltamos que em todos os 29 pontos de captação amostrados, a água passa por processo de desinfecção antes de chegar ao reservatório central, que serve também de tanque de contato e conta com responsável técnico, conforme estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (SISAGUA, 2025).

As características estruturais e de proteção dos pontos de captação, observadas são apresentadas a seguir, na Tabela 1. Considerando-se avaliação boa, quando atende o objetivo de isolamento e proteção, não apresentando fissuras ou outras deficiências estruturais. Média quando atende parcialmente, pois apresenta deficiências de conservação/manutenção ou de construção. Considera-se danificado, quando apresenta a estrutura de proteção, mas não há manutenção adequada para cumprir a função prevista. Em relação ao perímetro imediato de proteção sanitária, conforme Decreto Estadual nº 52.035/14, considera-se como danificado, quando existe, mas não atende as características de isolamento total. Observa-se a existência ou não de torneira para coleta de água bruta, por ser necessária para as coletas de água bruta. Destaca-se que em nenhum dos locais há identificação de ponto de captação de água para consumo humano, conforme orientação legal. Observa-se também que 15 dos 29 pontos (51%) estão localizados próximos a lavouras, a maioria deles sem o perímetro de proteção adequado, o que os torna vulneráveis a contaminações oriundas dos cultivos próximos. Sendo ainda que 3 deles além de estarem próximos às lavouras apresentam o risco de inundações em períodos de chuvas intensas, aumentando sua vulnerabilidade.

Tabela 1 – Avaliação construtiva e de proteção dos poços na amostragem.

	Revestimento	Condições da tampa	Há laje sanitária	Perímetro proteção	Há torneira água bruta	Risco de Inundação	Próximo a lavoura
1*	n/a	média	n/a	inexistente	não	não	sim
2	aço	média	sim	danificado	sim	não	sim
3	aço	boa	não	inexistente	não	não	sim
4	aço	boa	danificada	inexistente	sim	não	não
5	aço	boa	sim	danificado	sim	não	sim
6*	n/a	média	n/a	inexistente	sim	não	sim
7*	n/a	média	n/a	inexistente	sim	não	sim
8	aço	média	não	danificado	sim	não	não
9	aço	média	sim	inexistente	sim	sim	sim
10	aço	boa	sim	inexistente	não	não	sim
11	aço	boa	sim	inexistente	sim	não	sim
12	aço	média	sim	danificado	sim	não	não
13	aço	boa	não	inexistente	sim	não	não
14	aço	média	sim	danificado	sim	não	sim
15	aço	média	não	inexistente	não	não	sim
16	aço	média	não	inexistente	sim	sim	sim
17	aço	média	sim	inexistente	sim	sim	não
18	aço	boa	não	inexistente	não	sim	sim
19	aço	média	não	inexistente	sim	não	não
20	aço	boa	sim	sim	não	não	não
21	aço	boa	sim	danificado	não	não	não
22	aço	média	não	danificado	não	não	não
23	aço	média	danificada	inexistente	sim	não	sim
24	aço	boa	sim	inexistente	sim	não	não
25	aço	média	não	inexistente	não	não	não
26	aço	boa	sim	inexistente	não	não	não
27	aço	boa	sim	danificado	sim	não	não
28	aço	boa	sim	inexistente	não	não	não
29	aço	boa	sim	sim	não	sim	sim

Legenda: * fonte protegida; n/a: não se aplica.

Fonte: A autora, 2025.

De acordo com Müller e colaboradores (2022), vários autores têm estudado e se preocupado com a crescente contaminação das águas subterrâneas, diante disso é fundamental respeitar as normas de construção do poço para garantir a qualidade da água captada, a máxima eficiência do poço e bom aproveitamento do aquífero, conforme preconizado em documentos da Agência Nacional de Águas.

Laureano *et al.* (2021), que realizaram sua pesquisa considerando os aspectos construtivos, cita vários autores que apontam estes aspectos como um dos principais fatores que contribuem para a contaminação da água subterrânea. Destacando que padrões inadequados de construção dos poços podem agir como facilitador para a contaminação da água.

Santos *et al.* (2020), avaliaram a condição do Perímetro Imediato de Proteção Sanitária em 25 pontos de captação de SACs de Frederico Westphalen - RS e registraram resultados semelhantes de contaminação microbiológica, na análise dos dados de vigilância (água distribuída) disponíveis no Sisagua, das coletas realizadas durante o ano de 2017, onde 96% apresentaram, ao menos, uma amostra com presença de coliformes totais e 60% delas obtiveram, pelo menos, uma amostra positiva para *E. coli*, relacionando as condições não adequadas do entorno dos pontos de captação com a contaminação microbiológica.

Ainda, o estudo de Hirata *et al.* (2019b), destaca a relação entre as más condições estruturais dos poços e a vulnerabilidade das águas subterrâneas à poluição. Ele aponta que a localização em áreas suscetíveis a diferentes formas de poluição, somado às características naturais dos aquíferos, contribui para essa vulnerabilidade. Além disso, o desconhecimento sobre a importância da proteção dos aquíferos e as ações necessárias para preservá-los tem levado a um aumento do risco de contaminação e ao uso inadequado, resultando na superexploração desses recursos.

3.2 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA BRUTA

Os resultados das análises de coliformes totais e *E. Coli* na água bruta, obtidos por este estudo, são apresentados na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Resultados dos ensaios microbiológicos na água bruta.*

Ponto	Coliformes Totais	<i>Escherichia coli</i>	Ponto	Coliformes Totais	<i>Escherichia coli</i>
1	Presente	Presente	16	Presente	Presença
2	Presente	Ausente	17	Presente	Ausente
3	Presente	Presente	18	Presente	Presença
4	Ausente	Ausente	19	Presente	Ausente
5	Presente	Presença	20	Presente	Ausente
6	Presente	Ausente	21	Presente	Ausente
7	Ausente	Ausente	22	Presente	Presença
8	Presente	Ausente	23	Ausente	Ausente
9	Presente	Ausente	24	Presente	Ausente
10	Presente	Ausente	25	Presente	Ausente
11	Presente	Ausente	26	Ausente	Ausente
12	Presente	Ausente	27	Presente	Ausente
13	Presente	Ausente	28	Presente	Ausente
14	Presente	Presença	29	Presente	Presente
15	Presente	Ausente			

Legenda: *A legislação brasileira de potabilidade da água para consumo humano não refere VMP (valor máximo permitido) para água bruta, mas sim para água tratada. Sendo que o VMP para *E. coli* é “ausência em 100 ml” na água consumida (pós-tratamento). E para Coliformes totais, o VMP é “ausência em 100 ml” na saída do tratamento, também referindo-se à água pós-tratamento.

Fonte: A autora, 2025.

Os resultados das amostras de água coletadas diretamente do lençol freático mostraram que 86% dos pontos de captação de água subterrânea apresentaram resultados positivos para coliformes totais, enquanto 27,5% dos pontos mostraram a presença também de *E. coli*. Esses dados estão em consonância com os trabalhos apresentados por Müller *et al.* (2022), que indicaram contaminação microbiológica em 8 de 9 poços analisados no município de Novo Hamburgo (RS) e, também, da pesquisa realizada por Colet *et al.* (2021), onde 40 poços de

captação de SACs foram amostrados em um Município do noroeste do RS, com 85% das amostras positivas para coliformes totais e 22,5% para *E. coli*,

No trabalho publicado por Laureano *et al.* (2021), são mencionados diversos estudos que apontam contaminação por *E. coli* na água utilizada para consumo humano, proveniente de poços rasos e profundos, uma ocorrência comum em várias cidades brasileiras, especialmente na região norte. Isso evidencia a realidade de muitas áreas do país, onde a contaminação microbiológica da água subterrânea destinada ao consumo humano é um problema significativo. Essa situação reforça a importância da legislação que exige a desinfecção nas formas coletivas de abastecimento de água para consumo humano (BRASIL, 2021).

3.3 RELAÇÃO ENTRE A PROTEÇÃO DA ÁREA DE CAPTAÇÃO E OS RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A Tabela 3, compara os pontos com resultados positivos para presença de *E. coli* com a existência de proteção estrutural do ponto de captação. Observa-se que, dos 8 pontos onde foi detectada a presença de *E. coli*, em 7 o perímetro de proteção não estava adequado, sendo exceção o ponto 29. Pode-se perceber, com exceção do ponto 29, que todos os pontos com teste positivo, não apresentavam o perímetro de proteção. Além disso, a laje sanitária estava ausente ou danificada, sendo que 7 dos 8 pontos estavam localizados próximos às áreas de lavouras. Esses resultados reforçam a importância da área de proteção mínima e que o projeto estrutural dos poços tubulares profundos deve seguir as normas técnicas para prevenir a contaminação microbiológica da água captada.

Tabela 3 – Relação entre os pontos amostrados com resultados positivos para *E. coli* e suas estruturas de proteção.

Ponto	Tipo de revestimento	Condições da tampa	Há laje sanitária	Perímetro de proteção	Há torneira água bruta	Risco de inundação	Próximo a lavoura
1	n/a	Média	n/a	inexistente	não	não	sim
3	aço	Boa	não	inexistente	não	não	sim
5	aço	Boa	sim	danificado	sim	não	sim
14	aço	Média	sim	danificado	sim	não	sim
16	aço	Média	não	inexistente	sim	sim	sim
18	aço	Boa	não	inexistente	não	sim	sim
22	aço	Média	não	danificado	não	não	não
29	aço	Boa	sim	sim	sim	sim	sim

Fonte: A autora, 2025.

Destaca-se a importância de monitorar em outros períodos do ano, os quais podem representar um aumento do número de amostras positivas, conforme Specian *et al.* (2021), que avaliaram Bactérias Heterotróficas, coliformes totais e *E. coli* em amostras de água de abastecimento público em dois municípios do Estado de São Paulo, a maior probabilidade de ocorrência destes se dá em períodos sazonais, sendo a primavera o período com maior número de casos, corroborando com os resultados obtidos por Daronco *et al.* (2023), que também aponta a primavera como o período com maior prevalência de positividade de *E. coli* na água distribuída.

O estudo de Daronco *et al.* (2023) relata uma análise abrangente dos dados disponíveis no Sisagua referentes a dois municípios do Noroeste do Rio Grande do Sul. A pesquisa concluiu que a variabilidade sazonal e espacial dos mananciais pode ser monitorada por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. O estudo enfatiza a importância da desinfecção para a saúde pública, como uma medida essencial para assegurar a qualidade microbiológica da água distribuída, assim como afirma Specian *et al.* (2021).

De acordo com Zini (2021), que analisou o risco quantitativo de contaminação microbiológica da água, as bactérias são os organismos mais suscetíveis à inativação por desinfecção. Nesse contexto, o tratamento de água é essencial para a preservação da saúde pública.

Por fim, a Portaria GM/MS Nº 888/2021 do Ministério da Saúde, estabelece que a água destinada ao consumo humano para atender o padrão microbiológico de potabilidade, deve estar ausente de *E. coli* e coliformes totais, este último sendo avaliado como indicador da integridade das SACs, portanto os resultados aqui apresentados vêm ratificar como sendo imprescindível a desinfecção da água captada de mananciais subterrâneos distribuída de forma coletiva (BRASIL, 2021).

Em recente normativa sobre outorga no Estado do Rio Grande do Sul, o Decreto Nº 58.058 (RIO GRANDE DO SUL, 2025), que regulamenta o regime de outorga do direito de uso de recursos hídrico, destaca a obrigatoriedade da outorga sob a responsabilidade do DRHS (Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento), vinculado à Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA). Todo o processo de perfuração de poços deve seguir as normas construtivas e o limite mínimo de proteção estabelecido durante o processo de concessão da outorga. Portanto, quando abordamos a contaminação microbiológica da água bruta, entendemos que há um risco de contaminação dos lençóis freáticos caso as normas que regulam a construção dos poços não sejam observadas.

Müller *et al.* (2022), mencionam as normas técnicas determinadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo que o projeto de poço é regulamentado pela NBR-12.212 (ABNT, 1992) e o projeto de execução pela NBR 12.244 (ABNT, 1990). O autor destaca que, conforme a legislação, poços abandonados e/ou designados devem ser devidamente tamponados pelos responsáveis, a fim de evitar que se tornem potenciais fontes de contaminação do aquífero.

Ainda, Müller *et al.* (2022), que realizou seus estudos entre 2019 e 2020 no Rio Grande do Sul, enfatiza a importância dos cuidados na construção dos poços, incluindo as regras para o isolamento das camadas indesejadas. Ele destaca a necessidade de realizar o isolamento cimentado no espaço anelar, entre o furo e o poço, para prevenir infiltrações superficiais.

É válido considerar que a qualidade da água tratada depende da água bruta, de acordo com Gameiro (2019), que realizou estudo da qualidade ambiental de regiões com captação de água para abastecimento público, na porção mais baixa do Rio Taquari, pertencente à Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, situada no estado do Rio Grande do Sul.

Por isso, é fundamental que haja uma visão integrada entre as questões ambientais de proteção dos mananciais, o planejamento ambiental, a gestão dos recursos hídricos e a vigilância em saúde relacionada à água consumida pela população de uma determinada área. A gestão preventiva dos riscos à saúde humana em relação à água consumida envolve diversas ações de vigilância em saúde, incluindo o monitoramento da qualidade da água bruta e dos níveis freáticos (BRASIL, 2021).

Em relação a proteção ambiental, a Figura 3 apresenta um recorte do Plano Municipal de Saneamento do Município de Severiano de Almeida - RS, no qual podemos observar a inserção dos pontos de captação na paisagem local, com ênfase aos que apresentaram resultados positivos para a contaminação microbiológica.

Figura 3 – Croqui de localização: A) Ponto 1, B) Ponto 3, C) Ponto 5, D) Ponto 14, E) Ponto 16, F) Ponto 18, G) Ponto 22, H) Ponto 29.



Fonte: SEVERIANO DE ALMEIDA, 2022.

O diagnóstico apresentado pelo Plano Municipal de Saneamento (SEVERIANO DE ALMEIDA, 2022), apresenta uma série de vulnerabilidades estruturais, de proteção construtiva e de proteção ambiental, dos pontos de captação de água para consumo humano, que abastecem as soluções coletivas de abastecimento localizadas na área rural. Destaca ainda que as estruturas rochosas encontradas no município são intensamente fraturadas com aspecto isotrópico, sujeitas a uma alta interferência de intemperismo físico e químico, o que confere características específicas de vulnerabilidade aos aquíferos da região.

No referido plano, aponta-se para a proteção ambiental das áreas do entorno, com metas específicas para alcançar a sustentabilidade na disponibilidade de água nesses pontos de captação, tanto em quantidade quanto em qualidade, ao longo do tempo (SEVERIANO DE ALMEIDA, 2022).

Ao apresentarmos os resultados microbiológicos realizados por este estudo, podemos ratificar este diagnóstico de vulnerabilidade ambiental, uma vez que as áreas de proteção ambiental e de proteção sanitária não atendem completamente o arcabouço legal aqui apresentado. Destaca-se ainda que, até o momento de conclusão deste trabalho, não haviam sido implementadas as melhorias de proteção ambiental e melhoria das estruturas de captação da água subterrânea, conforme previsão de metas elencadas no Plano Municipal de Saneamento do município em questão.

4 CONCLUSÃO

Este estudo proporcionou a identificação de potencial contaminação microbiológica na água bruta nos pontos de captação subterrâneos de água para consumo humano, o que contribuirá para o planejamento de ações locais, gestão de risco e promoção de medidas de proteção ambiental e de saúde para a população rural na região estudada. Dessa forma, colabora com os planos de gestão do território já existentes. Ratificando a urgência em relação ao cumprimento das metas elencadas a curto prazo de proteção ambiental das áreas do entorno dos pontos de captação e de recarga dos aquíferos. Além disso, visa à implementação de práticas que atendam à legislação vigente no que se refere ao tratamento, controle e monitoramento da água distribuída à população, destacando a importância de dados em relação água bruta.

Diante do exposto, reforça-se a necessidade de uma abordagem integrada que articule a proteção dos mananciais, o planejamento ambiental, a gestão dos recursos hídricos e a vigilância em saúde relacionada à água destinada ao consumo humano. A gestão preventiva dos riscos à saúde exige ações contínuas, como o monitoramento da qualidade da água bruta e dos níveis freáticos, de modo a antecipar problemas e subsidiar intervenções. Os resultados microbiológicos obtidos neste estudo evidenciam a vulnerabilidade ambiental existente, uma vez que as áreas de proteção ambiental e sanitária avaliadas não atendem plenamente ao arcabouço legal vigente.

A população residente na área objeto deste estudo, consome água proveniente de formas coletivas de abastecimento com desinfecção, conforme dados Sisagua (2025). Isso minimiza o risco de doenças de veiculação hídrica, uma vez que, neste estudo, foram apresentados resultados pontuais de contaminação microbiológica na água bruta captada, colaborando com dados até então inexistentes sobre o monitoramento dos pontos de captação.

Os dados aqui apresentados são fundamentais para a implementação de ações específicas da gestão preventiva de riscos, conforme princípios da norma brasileira de potabilidade da água para consumo humano vigente no país.

A identificação dos riscos estruturais, de proteção e de manutenção dos pontos de captação, apresentados como fatores facilitadores da contaminação microbiológica, aponta para a necessidade urgente e imprescindível de regularização ambiental da outorga de uso das águas

subterrâneas destinadas ao abastecimento público, sob a responsabilidade dos Municípios. Além disso, destaca a importância da proteção ambiental da área do entorno dos pontos de captação e enfatiza a relevância do monitoramento contínuo da qualidade microbiológica da água captada.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12212: Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12244: Construção de poço para a captação de água subterrânea**. Rio de Janeiro, 1990.

APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Edition 22a. Washington, 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 08 de jan. 1997.

BRASIL. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, e dá outras exceções. Diário Oficial da União, Brasília, 19 set. 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888/2021, de 04 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017. Brasília: SVS, 2021. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html>. Acesso em: 01 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_nacional_plano_amostragem_agua.pdf> Acesso em: 01 jun. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008**. – Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília: MMA, 2008. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acesso em: 01 jun. 2024.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com dados de referência em 1º de julho de 2024**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2025.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). **Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul**. 1.ed. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2025.

COLET, Cristiane; PIEPER, Mariene; KAUFMANN, João Vinicius; SCHWAMBACH, Karin; PLETSCHE, Marilei. Qualidade microbiológica e perfil de sensibilidade a antimicrobianos em

águas de poços artesianos em um município do noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v.26, n.4, p. 683-690, 2021. DOI <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200078>. Acesso em: 20 mar. 2025.

DARONCO, Carla Regina; BARTA, Renata Linassi; PRETTO, Carolina; FELL, Ana Paula Weber; KRAUSE, Lenara Schalanski; BEBER, Simony Costa; STUMM, Eniva Miladi Fernandes; SILVA, José Antonio Gaonzalez; COLET, Christiane Fatima. Qualidade da água subterrânea distribuída por solução alternativa coletiva na zona rural tem interferência de variáveis meteorológicas. **RGSA- Revista de Gestão Social e Ambiental**, Miami, v.17, n.10, p1-15, 2023. DOI <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n10-001>. Acesso em: 05 mar. 2025

QGIS: *Quantum GIS*. QGIS: *SIG quântico* de Desenvolvimento. Versão 3.16.1: Equipe de Desenvolvimento QGIS, 2020. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em: 23 mar. 2025.

FREDDO FILHO, V. J. **Qualidade das águas subterrâneas rasas do aquífero Barreiras: estudo de caso em Benevides - PA**. 2018. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Pará, Belém – PA. 2004 Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/10585>. Acesso em: 07 nov. 2025.

GAMEIRO, P. H. **Estudo da qualidade ambiental de regiões com captação de água para abastecimento público**. Tese de Doutorado. UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/212897>. Acesso em: 07 nov. 2025.

HIRATA, Ricardo Cesar Aoki; SUHOGUSOFF, A.V.; MARCELINI, S. S.; VILAR, P.C.; MARCELLINI, L. As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil. 2019a. São Paulo: **Editora Igc/USP**. ISBN: 9788563124074. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003000444>. Acesso em: 05 jul. 2024.

HIRATA, Ricardo Cesar Aoki; SUHOGUSOFF, A.V.; MARCELINI, S. S.; VILAR, P.C.; MARCELLINI, L. A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento. [São Paulo]: **Instituto Trata Brasil**. 2019b. Disponível: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/e7d9e125-7b22-4706-915b-a397f8a91784/2928658.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2024.

LAUREANO, Josilena de Jesus; MENDONÇA, A. G., LOPES, D. da S., SOUSA, L. M. de, LIMA, T. de O., ROSA, A. L. D.; BASTOS, W.R.; NASCIMENTO, E. L. do. Análise da qualidade da água subterrânea: estudo de caso na microbacia do Igarapé Nazaré. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo - SP, vol.35, n.1, 2021. DOI <https://doi.org/10.14295/ras.v35i1.29972>. Acesso em: 05 mar. 2025.

MÜLLER, Ana Lúcia de Castilhos; SEVERO, L. G. R., SOUZA, B. S. de., BUENO, C. G., OSÓRIO, D. M. M., & BERLESE, D. B. (2022). Análise Físico-Química e Microbiológica da Água Subterrânea em um Município da Região Sul do Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo- SP, vol. 36, n.2, e-30182. DOI <https://doi.org/10.14295/ras.v36i2.30182>. Acesso em: 10 maio 2025.

MYSTIC MOBILE APPS LLC. **Minhas Coordenadas GPS**. Disponível em: Google Play Store. Acesso em: 10 jun. 2024

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Diretrizes para a qualidade da água potável: quarta edição incorporando o primeiro e o segundo adendos.** 2022. 614 p. ISBN:978-92-4-004506-4. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>. Acesso em: 07 jan. 2025.

QGIS Development Team. *QGIS geographic information system*. Versão [3.40.]: QGIS.org, 2025. Disponível em: <<https://qgis.org>>. Acesso em: 16 mar. 2025.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA). Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRHS). **Plano de Bacia Apuaê Inhandava.** 2021. Disponível em: [http:// https://www.sema.rs.gov.br/u010-bh-apuae-inhandava](http://https://www.sema.rs.gov.br/u010-bh-apuae-inhandava). Acesso em: 23 mar. 2025.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA). Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRHS). **Decreto N°42.047, de 27 de dezembro de 2002.** Regulamenta disposições da Lei n° 10.350, de 30 de dezembro de 1994, com alterações, relativas ao gerenciamento e à conservação das águas subterrâneas e dos aquíferos no Estado do Rio Grande do Sul. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre-RS, 27 dez. 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA). Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRHS). **Decreto N° 58.058, de 11 de março de 2025.** Dispõe sobre o regime de outorga do direito de uso de recursos hídricos previsto nos arts. 29 a 31 da Lei n° 10.350, de 30 de dezembro de 1994. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre-RS, 11 mar. 2025.

SANTOS, Caroline Emiliano; MEDEIROS, R. C.; MANCUSO, M. A. Água Subterrânea dos Poços da Área Rural de Frederico Westphalen-RS: Qualidade, Aspectos Ambientais e Conformidade Legal. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, Rio de Janeiro-RJ, vol. 43, n.4 , p. 330-340. 2020 ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 DOI: https://doi.org/10.11137/2020_4_330_340 . Acesso em: 11 abr. 2025.

SEVERIANO DE ALMEIDA (RS). **Plano Municipal de Saneamento Básico.** 1ª Revisão. 2022. Disponível em <<https://www.severianodealmeida.rs.gov.br/site/cidadao/page?pagenome=programa&id=2> >. Acesso em: 25 jul.2025.

SISAGUA. **Sistema de informação da qualidade da água para consumo humano.** Disponível em <<http://www.sisagua.saude.gov.br>>. Dados abertos. Acesso em: 25 jul.2025.

SPECIAN, Angie Mendes, SPECIAN, A. M. P.; NASCIMENTO, A. L. do; DAL COL, R.; DAROS, V. S. M.; MATTOS, E. C.; SILVA, V. R. Ocorrência de bactérias heterotróficas, coliformes totais e Escherichia coli em amostras de água de abastecimento público de dois municípios do Estado de São Paulo. **BEPA. Boletim Epidemiológico Paulista.** 2021; vol.18, n. 205, p.13-22. DOI <https://doi.org/10.57148/bepa.2021.v.18.34720>. Acesso em: 20 mar. 2025.

ZINI, Luciano Barros, **Contribuições de avaliação de risco para a regulamentação na qualidade da água para consumo humano no Brasil.** Tese de Doutorado - UFRGS. 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/232740/001133316.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: jan. 2025.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem os servidores públicos da Vigilância em Saúde do Município de Severiano de Almeida, Alan Júnior Solivo e Lucas Eduardo Ribeiro, pelo incansável trabalho em prol da saúde pública e pelo apoio de campo que possibilitou a realização deste estudo. Nosso agradecimento à Dra. Cátia Santin Zanchett Battiston, pela parceria institucional no projeto desenvolvido. O presente trabalho foi realizado em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), responsável pelas análises microbiológicas das amostras.